

А.А. ЧЕПЕЛЮК, канд. техн. наук, доц., НТУ "ХПИ"

**АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ
ЗАЩИТЫ БЫТОВЫХ ОДНОФАЗНЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ
ОТ НЕДОПУСТИМЫХ ОТКЛОНЕНИЙ НАПРЯЖЕНИЯ В
ПИТАЮЩЕЙ СЕТИ МОДУЛЬНЫМИ
АВТОМАТИЧЕСКИМИ ВЫКЛЮЧАТЕЛЯМИ С
РАСЦЕПИТЕЛЯМИ МИНИМАЛЬНОГО И
МАКСИМАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ**

Проведен анализ функциональных особенностей защиты бытовых однофазных потребителей электрической энергии от недопустимых отклонений напряжения в питающей сети с помощью модульных автоматических выключателей с модульными расцепителями минимального и максимального напряжения.

Ключевые слова: защита электробытовой техники, расцепитель максимального напряжения, расцепитель минимального напряжения, автоматический выключатель.

Введение. Увеличение, в последнее время, в сетях электроснабжения жилых зданий старой постройки числа аварий, связанных с обрывом (отгоранием) фазных и PEN проводников, а также провалы напряжения, является результатом изношенности, перегруженности, несвоевременного и некачественного обслуживания и ремонта указанных сетей.

Результатом указанных аварий в сетях электроснабжения бытовых однофазных потребителей, является не только сокращение ресурса работы бытовых электроприборов, но и выход их из строя, в том числе и с возможным их возгоранием. Анализ причин и последствий таких аварий проведен в [1, 2].

Для индивидуального решения проблемы защиты бытовых однофазных потребителей электрической энергии от недопустимых отклонений напряжения в питающей сети (временных перенапряжений и провалов напряжения по ГОСТ 13109-97 [3]), возникающих из-за низкого качества электроэнергии и из-за аварий, связанных с отгоранием (обрывом) PEN-проводников, на электротехническом рынке Украины конечным потребителям электроэнергии предлагается целый ряд устройств и аппаратов, повышающих качество электроэнергии и защищающих бытовые электроприборы от недопустимых отклонений напряжения питающей сети. Анализ функциональных особенностей уст-

© А.А. Чепелюк, 2013

роЙств, повышающих качество электроэнергии проведен в [2].

Аппараты защиты от недопустимых отклонений напряжения питающей сети функционально не способны повысить качество электроэнергии – они осуществляют защиту бытовых однофазных потребителей путем отключения их нагрузки (бытовых приборов) от аварийной сети, с целью сохранения дальнейшей работоспособности бытовых приборов.

Защита бытовых однофазных потребителей от недопустимых отклонений напряжения путем отключения их нагрузки от аварийной сети может быть реализована дополнением устанавливаемых на вводе в квартиру модульных автоматических выключателей для защиты бытовых и аналогичных установок от сверхтоков модульными расцепителями минимального и максимального напряжения.

Цель работы – анализ функциональных особенностей защиты бытовых однофазных потребителей от недопустимых отклонений напряжения в питающей сети модульными автоматическими выключателями с расцепителями минимального и максимального напряжения.

Анализ конструктивных и функциональных особенностей расцепителей минимального и максимального напряжения для модульных автоматических выключателей. С целью расширения функциональных возможностей модульных автоматических выключателей для защиты бытовых и аналогичных установок от сверхтоков производителями указанных аппаратов, в качестве дополнительного оборудования к модульным автоматическим выключателям, предлагаются расцепители минимального и максимального напряжения, позволяющие реализовать защиту электрооборудования от недопустимых отклонений напряжения в питающей сети (временных перенапряжений и провалов напряжения).

По функциональному назначению указанные расцепители выпускаются в следующих исполнениях:

- расцепитель минимального напряжения;
- расцепитель максимального напряжения;
- расцепитель минимального и максимального напряжения.

Конструктивно указанные расцепители представляют собой электронный пороговый элемент, который подключается к контролируемой электрической цепи. К выходу порогового элемента подключен электромагнит, который через рычаг расцепителя воздействует на механизм свободного расцепления автоматического выключателя. Отличительной особенностью расцепителя минимального и максимального напряжения, выполненного в общем корпусе, является наличие в такой

конструкции двух пороговых элементов, реагирующих на минимальный и максимальный уровни напряжения.

Расцепители собраны в не поддерживающих горение корпусах из механически прочной и термостойкой пластмассы и имеют замки для монтажа на DIN-рейку, устанавливаются рядом с автоматическим выключателем. Габаритные размеры расцепителей соответствуют размерам однополюсного автоматического выключателя.

Для всех указанных расцепителей характерным является то, что они совместимы с конкретными сериями автоматических выключателей только в пределах одного производителя (одной торговой марки).

Все расцепители выполняются с указателями срабатывания, что позволяет легко установить причину отключения автоматического выключателя.

Пороги срабатывания по напряжению в указанных расцепителях выполняются фиксированными (заводские настройки) и имеют определенный разброс (разброс указывается не всеми производителями).

В табл. 1-3 приведены основные характеристики указанных расцепителей по данным из номенклатурных справочников производителей модульной аппаратуры, наиболее широко представленных в Украине.

Таблица 1 – Характеристики расцепителей минимального напряжения.

Производитель (торговая марка)	Тип расцепителя (условное обозначение)	Краткая характеристика расцепителя
1	2	3
ABB	S2C-UA 230 AC	Напряжение срабатывания (расцепления) – от 70% до 35% U_n .
Schneider Electric	iMN iMNs	– мгновенного действия, – с выдержкой времени на срабатывание 0,2 с. Напряжение срабатывания – от 70% до 35% U_n . Предотвращают включение аппарата до восстановления его входного напряжения не ниже 85% U_n .
Eaton (Moeller)	Z-USA/230 Z-USD/230	– мгновенного действия, – с выдержкой времени на срабатывание 0,4 с. Нижний предел отключения (напряжение срабатывания) $\leq 50\% U_n$. Оснащены сервисной кнопкой тестирования для проверки функции срабатывания.

Продолжение табл.

1	2	3
Hager	MZ206	Напряжение срабатывания – от 70% до 35% U_n .
GE (General Electric)	Tele U	Нижний предел отключения (напряжение срабатывания) $\leq 50\% U_n$. Время задержки отключения регулируется до 300 мс.
Hyundai	UVT	Напряжение срабатывания – от 70% до 35% U_n . Предотвращают включение аппарата до восстановления его входного напряжения не ниже 85% U_n .
Legrand	073 68	Порог срабатывания по напряжению – нет данных. Время задержки отключения от 0 до 300 мс.
PF (Промфактор)	PMH	Напряжение срабатывания – от 70% до 35% U_n .
E-NEXT	e.industrial.acs.zu	Нижний предел отключения (напряжение срабатывания) $\leq 80\% U_n$.
IEK	PM 47	Минимальное напряжение срабатывания – 165 ± 5 В. Оснащены сервисной кнопкой тестирования для проверки функции срабатывания.

Таблица 2 – Характеристики расцепителей максимального напряжения

Производитель (торговая марка)	Тип расцепителя (условное обозначение)	Краткая характеристика расцепителя
ABB	S2C-OVP1 S2C-OVP2	– максимальное напряжение срабатывания 275 В, – максимальное напряжение срабатывания 290 В.
Schneider Electric	iMSU A9A26979 iMSU A9A26479	– максимальное напряжение срабатывания 275 В, – максимальное напряжение срабатывания 255 В.

Таблица 3 – Характеристики расцепителей минимального и максимального напряжения, выполненных в общем корпусе.

Производитель (торговая марка)	Тип расцепителя (условное обозначение)	Краткая характеристика расцепителя
IEK	PMM 47	Напряжения срабатывания: – минимальное 165 ± 10 В, – максимальное 265 ± 10 В.
AcKo-УКРЕМ	PВ-МН	Напряжения срабатывания: – минимальное 170 ± 5 В, – максимальное 280 ± 5 В.
EKF	PMM 47	Напряжения срабатывания: – минимальное 170 В, – максимальное 270 В.

В зависимости от производителя указанные расцепители конструктивно выполняются для монтажа справа (IEK, EKF, AcKo – УКРЕМ, ABB) или слева от автоматического выключателя (PF, E-NEXT, Eaton (Moeller), Legrand, Hager, Schneider Electric, Hyundai). Крепление расцепителей к автоматическим выключателям осуществляется при помощи винтов или пружинных скобок-фиксаторов. При монтаже расцепителя необходимо следить, чтобы при его установке, рычаг расцепителя был введен в зацепление с механизмом свободного расцепления автоматического выключателя.

Внешний вид модульных расцепителей напряжения на примере отдельных производителей показан на рис. 1.

Характерной особенностью расцепителей минимального и максимального напряжения, выполненных в общем корпусе (табл. 3 и рис. 1 з, и, к) является то, что в конструкциях таких расцепителей на лицевой части корпуса предусмотрена кнопка-указатель "Возврат", имеющая двойное функциональное назначение: в выступающем из корпуса положении она сигнализирует о срабатывании расцепителя и связанного с ним автоматического выключателя по причине недопустимого отклонения напряжения в питающей сети, а также в таком положении она блокирует повторное включение автоматического выключателя (разблокирование автоматического выключателя для повторного включения происходит при однократном нажатии указанной кнопки, после чего она фиксируется в нажатом положении).



Рис. 1 – Модульные расцепители напряжения:

а – S2C-UA 230 AC, S2C-OVP1, S2C-OVP2 (ABB); б – iMN, iMNs, iMSU (Schneider Electric); в – MZ206 (Hager); г – PMH (PF); д – e.industrial.acs.zu (E-NEXT); е – Z-USA/230, Z-USD/230 (Eaton (Moeller)); ж – PM 47 (IEK); з – PMM 47 (IEK); и – PMM 47 (EKF); к – PB-MH (АсКо-УКРЕМ).

Типовые схемы подключения расцепителей приведены на рис. 2. Отличительной особенностью подключения расцепителей минимального напряжения, предотвращающих включение автоматического выключателя до восстановления его входного напряжения не ниже $85\% U_n$, является то, что фазный вывод такого расцепителя подключается к питающей сети не к выходному выводу автоматического выключателя, как показано на рис. 2,а, а к входному выводу автоматического выключателя. При подключении такого расцепителя с двухполюсным выключателем, помимо этого, нейтральный вывод указанного расцепителя необходимо подключить к входному выводу автоматического выключателя вместе с нейтралью.

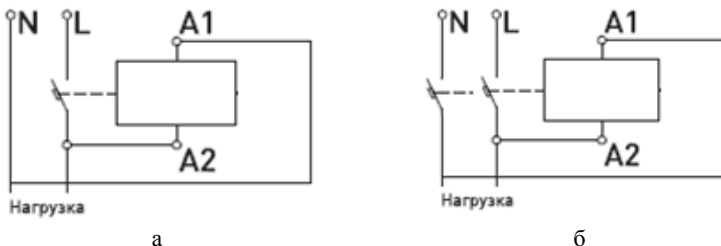


Рис. 2 – Схемы включения расцепителей минимального напряжения, максимального напряжения и максимального напряжения, выполненного в общем корпусе: а – с однополюсным автоматическим выключателем, б – с двухполюсным автоматическим выключателем.

Выводы.

1. Защита бытовых однофазных потребителей от недопустимых отклонений напряжения в питающей сети (как в большую, так и в меньшую стороны) модульными автоматическими выключателями с расцепителями минимального и максимального напряжения может быть реализована при использовании модульной аппаратуры ABB, Schneider Electric, IEK, AcKo-УКРЕМ и ЕКФ.

2. Целый ряд известных мировых производителей модульной аппаратуры, не производит расцепителей максимального напряжения модульного исполнения, что косвенно может свидетельствовать о том, что для них защита от недопустимого повышения напряжения посредством модульных расцепителей максимального напряжения не является приоритетной. Причиной этому может служить низкий спрос на данный вид защиты на развитых европейских рынках, где указанные производители занимают лидирующие позиции.

3. Основными недостатками защиты бытовых однофазных потребителей от недопустимых отклонений напряжения в питающей сети (как в большую, так и в меньшую стороны) модульными автоматическими выключателями с расцепителями минимального и максимального напряжения являются:

- отсутствие автоматического повторного включения при нормализации входного напряжения;
- фиксированные уставки (уровни напряжения и времени) срабатывания расцепителей, существенно меньшие предельно допустимых уровней отклонения напряжения и допустимой их длительности, указанных в [3] (особенно при повышенном напряжении), что может приводить к ложным отключениям потребителей при кратковременных

отклонениях напряжения в границах предельно допустимых уровней, указанных в [3].

4. Анализируемый в работе способ защиты расцепителями напряжения, при сравнительно невысокой стоимости его практической реализации, обеспечивает надежную защиту от перенапряжений, вызванных обрывом PEN проводника в питающей сети.

Список литературы: 1. Чепелюк А.А., Хлобыстин А.Л. О влиянии технического состояния внутридомовых распределительных сетей на электробезопасность бытовых однофазных потребителей электрической энергии // Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут". Зб. наук. праць. Тем. вип.: Проблеми удосконалення електричних машин і апаратів. – Харків: НТУ "ХПІ". – 2011. – № 60. – С. 46-53. 2. Чепелюк А.А., Хлобыстин А.Л. Анализ проблемы защиты бытовых однофазных потребителей от недопустимых отклонений напряжения в питающей сети // Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут". Зб. наук. праць. Тем. вип.: Проблеми удосконалення електричних машин і апаратів. – Харків: НТУ "ХПІ". – 2012. – № 28. – С. 54-64. 3. ГОСТ 13109-97. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. 4. <http://www.abb.ru>. 5. <http://www.schneider-electric.com>. 6. <http://www.hager.ua>. 7. <http://ge.stepan-pro.ru/r750/index.html>. 8. <http://www.legrand.ru>. 9. www.eaton.com. 10. <http://hyundai-electric.com.ua>. 11. <http://www.promfactor.com>. 12. <http://www.iiek.ru>. 13. <http://www.acko.ua>. 14. <http://ekfgroup.com>. 15. <http://www.enext.ua>.

Поступила в редколлегию 14.05.2013

УДК 621.316

Анализ функциональных особенностей защиты бытовых однофазных потребителей от недопустимых отклонений напряжения в питающей сети модульными автоматическими выключателями с расцепителями минимального и максимального напряжения / Чепелюк А.А. // Вісник НТУ "ХПІ". Серія: Проблеми удосконалення електричних машин і апаратів. Теорія і практика. – Х.: НТУ "ХПІ", 2013. – № 35 (1008). – С. 24-32. Бібліогр.: 15 назв.

Проведено аналіз функціональних особливостей захисту побутових одnofазних споживачів електричної енергії від недопустимих відхилень напруги в мережі живлення за допомогою модульних автоматичних відмикачів з модульними розчіплювачами мінімальної та максимальної напруги.

Ключові слова: захист електропобутової техніки, розчіплювач максимальної напруги, розчіплювач мінімальної напруги, автоматичний відмикач.

Analysis of functional peculiarities of domestic single-phase customers protection for inadmissible voltage deviations in supply main by using modular circuit breakers with undervoltage and overvoltage releases is carried out.

Keywords: protection of domestic electrical engineering devices, overvoltage release, undervoltage release, circuit breaker.